



PTO/SB/21 (08-03)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Total Number of Pages in This Submission	46	Application Number 10708,258
		Filing Date February 20, 2004
		First Named Inventor Toru Tamagawa
		Art Unit (to be assigned)
		Examiner Name (to be assigned)
		Attorney Docket Number 18.016-AG

ENCLOSURES (Check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	<input type="checkbox"/> After Allowance communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
Remarks		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name	Judge Patent Firm	
Signature		
Date	February 23, 2004	

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Typed or printed name		
Signature		Date

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

App. No. : 10/708,258
Applicant : Toru Tamagawa, et al.
Filed : February 20, 2004
Tech. Cntr./Art Unit : (To be assigned)
Examiner : (To be assigned)

Docket No. : 18.016-AG
Customer No. : 29453

Honorable Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

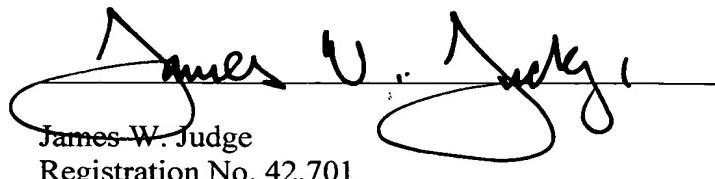
Submission of Documents in Claiming Priority Right
Under 35 U.S.C. § 1.119(b)

Sir:

To complete the claim made for the benefit of an earlier foreign filing date on filing the application identified above, Applicant herewith submits a certified copy of **Japanese Patent Application No. JP2003-108918, filed April 14, 2003.**

Respectfully submitted,

February 23, 2004



James W. Judge
Registration No. 42,701

JUDGE PATENT FIRM
Rivière Shukugawa 3rd Fl.
3-1 Wakamatsu-cho
Nishinomiya-shi, Hyogo 662-0035
JAPAN
Telephone: 800-784-6272
Facsimile: 425-944-5136
e-mail: jj@judgepat.jp

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2003年 4月14日
Date of Application:

出願番号 特願2003-108918
Application Number:

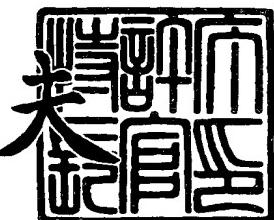
[ST. 10/C] : [JP2003-108918]

出願人 日本電産株式会社
Applicant(s):

2003年 8月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願
【整理番号】 ND030183P
【提出日】 平成15年 4月14日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 F16H 13/08
【発明者】
【住所又は居所】 鳥取県日野郡溝口町莊字清水田 55 日本電産株式会社
鳥取技術開発センター内
【氏名】 玉川 徹
【発明者】
【住所又は居所】 鳥取県日野郡溝口町莊字清水田 55 日本電産株式会社
鳥取技術開発センター内
【氏名】 吉田 裕亮
【特許出願人】
【識別番号】 000232302
【氏名又は名称】 日本電産株式会社
【代理人】
【識別番号】 100094145
【弁理士】
【氏名又は名称】 小野 由己男
【連絡先】 06-6316-5533
【選任した代理人】
【識別番号】 100121120
【弁理士】
【氏名又は名称】 渡辺 尚
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 020905
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【プルーフの要否】	要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ファンインペラおよびファンモータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 携帯可能な電子機器または小型の装置を冷却するための遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであって、モータ部からの駆動力が入力される回転力伝達部と、前記回転力伝達部に対応して固定された回転軸方向と垂直な壁面を構成する下端壁構成部と、前記下端壁構成部の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼とを備え、回転すると前記インペラ翼の上端側の開口部から軸方向の気流が前記壁面に向かって流れようになっており、該インペラ翼の外周部半径を r 、回転軸方向の長さを h とすると、

$$r \leq h$$

であり、且つ

$$r < 10 \text{ mm}$$

であることを特徴とするファンインペラ。

【請求項 2】 携帯可能な電子機器または小型の装置を冷却するための遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであって、モータ部からの駆動力が入力される回転力伝達部と、前記回転力伝達部に対応して固定された回転軸方向と垂直な壁面を構成する下端壁構成部と、前記下端壁構成部の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼とを備え、回転すると前記インペラ翼の上端側の開口部から軸方向の気流が前記壁面に向かって流れようになっており、該インペラ翼の外周部半径を r 、回転軸方向の長さを h とすると、パラメータ α に対して

$$2\pi r h = \alpha \pi r^2$$

$$4 \leq \alpha \leq 40$$

であり、且つ

$$r < 10 \text{ mm}$$

であることを特徴とするファンインペラ。

【請求項 3】 携帯可能な電子機器または小型の装置を冷却するための遠心フ

アンモータに使用する片持ち型インペラであって、モータ部からの駆動力が入力される回転力伝達部と、前記回転力伝達部に対応して固定された回転軸方向と垂直な壁面を構成する下端壁構成部と、前記下端壁構成部の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼とを備え、回転すると前記インペラ翼の上端側の開口部から軸方向の気流が前記壁面に向かって流れれるようになっており、該インペラ翼の外周部半径を r 、回転軸方向の長さを h とすると、パラメータ α に対して

$$2\pi r h = \alpha \pi r^2$$

$$5 \leq \alpha \leq 35$$

であり、且つ

$$r < 10 \text{ mm}$$

であることを特徴とするファンインペラ。

【請求項 4】携帯可能な電子機器または小型の装置を冷却するための遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであって、モータ部からの駆動力が入力される回転力伝達部と、前記回転力伝達部に対応して固定された回転軸方向と垂直な壁面を構成する下端壁構成部と、前記下端壁構成部の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼とを備え、回転すると前記インペラ翼の上端側の開口部から軸方向の気流が前記壁面に向かって流れれるようになっており、該インペラ翼の外周部半径を r 、回転軸方向の長さを h 、前記インペラ翼の翼の枚数を Z 、翼の厚さを d とすると、パラメータ β に対して

$$2\pi r \epsilon h = \beta \pi r^2$$

$$3 \leq \beta \leq 30$$

$$\text{ここで } \epsilon = (2\pi r - Z d) / 2\pi r$$

であり、且つ

$$r < 10 \text{ mm}$$

であることを特徴とするファンインペラ。

【請求項 5】請求項 1～4 に記載したファンインペラにおいて、

$$r < 5 \text{ mm}$$

であることを特徴とするファンインペラ。

【請求項 6】 請求項 1～5 に記載したファンインペラと、当該ファンインペラの前記回転力伝達部に、その回転部が連結されたモータ部とを有するファンモータ。

【請求項 7】 請求項 6 に記載したファンモータにおいて、前記モータ部および前記ファンインペラの全体の軸方向長さを k とすると、

$$k < 100 \text{ mm}$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項 8】 請求項 6 に記載したファンモータにおいて、前記モータ部および前記ファンインペラの全体の軸方向長さを k とすると、

$$k < 50 \text{ mm}$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項 9】 請求項 6～8 に記載したファンモータであって、
前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、
前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された一対の軸受部を有し、該軸受部の軸線方向両端部間の長さを m とすると、

$$m < 2h$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項 10】 請求項 6～8 に記載したファンモータであって、
前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、
前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された一対の軸受部を有し、該軸受部の軸線方向両端部間の長さを m とすると、

$$m < h$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項 11】 請求項 6～8 に記載したファンモータであって、
前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、
前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された一対の軸受部を有し、該軸受部の軸線方向両端部間の長さを m とすると、

$$m > h / 2.5$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項12】請求項6～8に記載したファンモータであって、前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された一対の軸受部を有し、該軸受部の軸線方向両端部間の長さをmとすると、
 $m > h / 2$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項13】請求項6～12に記載したファンモータであって、前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する軸方向に配置された一対の軸受部を有し、前記固定部にはステータを含み、前記一対の軸受部は該ステータを回転軸線方向において挟み込む位置に配置されていることを特徴とするファンモータ。

【請求項14】請求項6～12に記載したファンモータであって、前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する軸受部を有し、前記ファンインペラの前記下端壁構成部のモータ部側壁面および／またはこれに繋がる部位は前記軸受部に直接または軸受ホルダーを介して固定されることを特徴とするファンモータ。

【請求項15】請求項6～12に記載したファンモータであって、前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する軸受部を有し、前記ファンインペラの前記下端壁構成部のモータ部側壁面および／またはこれを延長する壁面が、前記モータ部のインペラ側壁面を同時に構成することを特徴とするファンモータ。

【請求項16】請求項6～12に記載したファンモータであって、前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された一対

の軸受部を有し、

前記固定部はシャフトを含み、該シャフトには前記一対の軸受部のそれぞれの内輪が固定され、

前記回転部はロータホルダを含み、該ロータホルダには前記一対の軸受部のそれぞれの外輪が固定されることを特徴とするファンモータ。

【請求項17】請求項6～12に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、

前記回転部はロータホルダを含み、前記ファンインペラのモータ部側への延長部分が前記ロータホルダの円筒状外周面に固定されることを特徴とするファンモータ。

【請求項18】請求項6～12に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、

前記回転部はロータホルダを含み、前記ファンインペラのモータ部側への延長部分が前記ロータホルダの円筒状外周面を被覆する態様で固定されることを特徴とするファンモータ。

【請求項19】請求項6～12に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、

前記回転部は磁性体のロータホルダを含み、該ロータホルダ内周面にはロータマグネットが密着固定され、

前記ファンインペラのモータ部側への延長部分が前記ロータホルダの円筒状外周面を被覆する態様で固定されることを特徴とするファンモータ。

【請求項20】請求項6～12に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する滑り軸受部または流体動圧軸受部を有し、

該軸受部の軸線方向両端部間の長さをmとすると、

$$m < 2h$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項21】請求項6～12に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する滑り軸受部または流体動圧軸受部を有し、

該軸受部の軸線方向両端部間の長さをmとすると、

$$m < h$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項22】請求項6～12に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する滑り軸受部または流体動圧軸受部を有し、

該軸受部の軸線方向両端部間の長さをmとすると、

$$m > h/2.5$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項23】請求項6～12に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する滑り軸受部または流体動圧軸受部を有し、

該軸受部の軸線方向両端部間の長さをmとすると、

$$m > h/2$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項24】請求項6～8または請求項20～23に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する滑り軸受部または流体動圧軸受部を有し、

前記固定部はステータを含み、

前記滑り軸受部または流体動圧軸受部は軸線方向両端部が、該ステータの軸線方向両端部より回転軸方向外側に配置されていることを特徴とするファンモータ。

【請求項 25】請求項 6～8 または請求項 20～23 に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、

前記固定部はブラケットとステータを含み、

前記回転部は、シャフトと、該シャフトの一端が固定されたシャフト保持部と、該シャフト保持部の外径端部に一体的にまたは接着あるいは圧接ないしは溶接により固定されたロータホルダと、該ロータホルダの内周側に固定保持されたロータマグネットとを有し、

該ロータマグネット内周側が前記ステータの外周側に微小間隙を介して径方向に対向する構造を有していることを特徴とするファンモータ。

【請求項 26】請求項 6～8 または請求項 20～23 に記載したファンモータであって、

前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、

前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、

前記固定部はブラケットとステータを含み、

前記回転部はシャフトと、該シャフトの一端が固定されたシャフト保持部と、該シャフト保持部の外径端部に一体的にまたは接着あるいは圧接ないしは溶接により固定されたロータホルダと、該ロータホルダの内周側に固定保持されたロータマグネットとを有し、

該ロータマグネット内周側が前記ステータの外周側に微小間隙を介して径方向

に対向する構造を有し。

前記モータ軸保持部は前記インペラの前記下端壁構成部を兼ねる形で一体に構成されていることを特徴とするファンモータ。

【請求項27】請求項1～5に記載したファンインペラまたは請求項6～26に記載したファンモータに使用するファンインペラであって、前記インペラ翼の回転軸方向の上端側内周角部の一部または全部が円弧形状またはこれに近似する曲線形状で面取りされていることを特徴とするファンインペラ。

【請求項28】請求項1～5または請求項27に記載したファンインペラまたは請求項6～26に記載したファンモータに使用するファンインペラであって、該ファンインペラが液晶ポリマー、カーボン繊維強化液晶ポリマー、ガラス繊維強化液晶ポリマー、カーボン繊維およびガラス繊維強化液晶ポリマー、軟鉄、ステンレス、アルミニウム、またはセラミックによりその一部または全部が構成されていることを特徴とするファンインペラ。

【請求項29】請求項1～5または請求項27に記載したファンインペラを有するファンモータまたは請求項6～26に記載したファンモータであって、該ファンインペラが液晶ポリマー、カーボン繊維強化液晶ポリマー、ガラス繊維強化液晶ポリマー、カーボン繊維およびガラス繊維強化液晶ポリマー、軟鉄、ステンレス、アルミニウム、またはセラミックによりその一部または全部が構成されていることを特徴とするファンモータ。

【請求項30】請求項6～26および29に記載したファンモータであって、前記モータの回転数をnとすると、

$$n > 5000 \text{ r p m}$$

であることを特徴とするファンモータ。

【請求項31】請求項6～26および29に記載したファンモータであって、前記モータの回転数をnとすると、

$$n > 10000 \text{ r p m}$$

であることを特徴とするファンモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、電子機器等に用いられる冷却用ファンモータおよびインペラに関するもので、特に、高静圧および高風量が要求されるファンモータおよびこれに使用する片持ち型インペラに関するもの。

【0002】

【従来の技術】

図8に従来の遠心ファンモータの平面図を、図9に図8のX₁-O₁-Y₁-Z₁線に関する縦断面図を示す。この遠心ファンモータは、回転駆動力を生み出すモータ部104、気流を生み出すインペラ部101、およびハウジング106により構成される。なお、この遠心ファンモータは、図8のO₁を回転軸としている。

インペラ部101は、モータ部104の外周側に配置され、下端壁102と翼103により構成されている。下端壁102は、モータ部104の軸方向下部の回りに配置された環状の板部材であり、軸方方向に平面が向いている。翼103は、下端壁102の外周側部分に下端が固定されている。翼103は下端壁102にのみ支持される、いわゆる片持ち構造を有している。モータ部104の正回転に伴い、翼103は矢印B₁の方向の気流を生みだす。この気流に引き込まれる形で、吸気口108から吸気流が矢印A₁の方向に生じ、他方この気流B₁に押し出される形で、排気流が矢印C₁の方向で生じる。そして翼103の外形部半径をr₁、軸線方向の長さをh₁とすると、従来の電子機器等の冷却用に使用される遠心ファンのインペラ部101の形状は、翼半径r₁をその長さh₁に対して大きくする傾向にあった。これは、軸方向の省スペース化が目的であるが、更に翼103の回転周速向上による排気流B₁の風量および静圧の向上をも目的としていたからである。従って本発明に直接関連する電子機器等の冷却用途における片持ちインペラを有する従来の遠心ファンでは、そのインペラは、 $r_1 > h_1$ の関係を有する薄型形状であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

かかる従来の遠心ファンでは、図9に示す吸気流A₁が気流B₁を押し下げるこ

とから、気流B₁は下端壁102にぶつかり、壁面との間で大きな風損が生じている。なぜなら、インペラ部101の回転軸上の風速分布を考えると、吸入されるインペラ内気流の風速は、インペラ下端壁102の上面で最大になっていることが予想されるからである。この風損のため、ファンの流量は減少し、このファンモータが本来有する性能に比較して、それ以下の冷却効率しか実現できなかつた。

【0004】

一方近年、電子機器の超小型化・携帯化が進み、携帯電話やモバイル用パソコン・ノートパソコン等その他装置は一層の小型化が要請されてきている。その反面、電子回路の集積度は向上し、処理スピードも増大していることから、LSIチップおよび内蔵電子回路部の総発熱量は増加傾向にあり、より小型で冷却効率の高いファンモータが求められていた。

そこで本発明の目的は、例えば携帯電話等の超小型装置にも対応可能な超小型・高冷却効率のファンモータおよびこれに使用するインペラを提供することである。また本発明の他の目的は、最少の吸込み口面積で最大の冷却効果を上げるファンモータおよびこれに使用するインペラを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するために、本発明に係るファンインペラは、携帯可能な電子機器または小型の装置を冷却するための遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであって、モータ部からの駆動力が入力される回転力伝達部と、前記回転力伝達部に対応して固定された回転軸方向と垂直な壁面を構成する下端壁構成部と、前記下端壁構成部の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼とを備えている。ファンインペラが回転すると、前記インペラ翼の上端側の開口部から、軸方向の気流が前記壁面に向かって流れようになっている。該インペラ翼の外周部半径をr、回転軸方向の長さをhとすると、 $r \leq h$ であり且つ $r < 10\text{ mm}$ であることを特徴としている。このファンインペラでは、モータ部から回転力伝達部に駆動力が入力されると、回転力伝達部とともに下端壁構成部とインペラ翼が回転する。すると、インペラ翼の上端

側の開口部から軸方向の気流が下端壁構成部の回転軸方向と垂直な壁面に向かって流れ、次に気流は壁面に衝突して向きを変更する。 $r \leq h$ であるため、従来の遠心ファンに比べて、下端壁構成部の壁面での風損が低下し、冷却効率が向上する。

【0006】

また本発明に係るファンインペラは、携帯可能な電子機器または小型の装置を冷却するための遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであって、モータ部からの駆動力が入力される回転力伝達部と、前記回転力伝達部に対応して固定された回転軸方向と垂直な壁面を構成する下端壁構成部と、前記下端壁構成部の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼とを備えている。ファンインペラが回転すると、前記インペラ翼の上端側の開口部から、軸方向の気流が下端壁構成部の回転軸方向と垂直な壁面に向かって流れようになっている。該インペラ翼の外周部半径を r 、回転軸方向の長さを h とすると、パラメータ α に対して

$$2\pi r h = \alpha \pi r^2$$

$$4 \leq \alpha \leq 40$$

であり且つ $r < 10\text{ mm}$ であることを特徴としている。 $4 \leq \alpha$ であるから、下端壁構成部の壁面では十分な気流流速のさらなる低下が生じている。従って下端壁構成部の壁面での風損は、一層低減可能であり、より効率の良い遠心ファンが実現できる。また、 $\alpha \leq 40$ であるから、インペラ形状が軸線方向に十分に短くなり、片持ち型であっても振れの少ない安定な回転を実現することができる。

【0007】

更に本発明に係るファンインペラは、携帯可能な電子機器または小型の装置を冷却するための遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであって、モータ部からの駆動力が入力される回転力伝達部と、前記回転力伝達部に対応して固定された回転軸方向と垂直な壁面を構成する下端壁構成部と、前記下端壁構成部の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼とを備えている。ファンインペラが、回転すると前記インペラ翼の上端側の開口部から軸方向の気流が下端壁構成部の回転軸方向と垂直な壁面に向かって流

れるようになっている。該インペラ翼の外周部半径を r 、回転軸方向の長さを h とすると、パラメータ α に対して

$$2\pi r h = \alpha \pi r^2$$

$$5 \leq \alpha \leq 3.5$$

であり且つ $r < 10\text{ mm}$ であることを特徴としている。 $5 \leq \alpha$ であるから、下端壁構成部の壁面では十分な気流流速の低下が生じている。従って下端壁構成部の壁面での風損は、一層低減可能であり、より効率の良い遠心ファンが実現できる。また、 $\alpha \leq 3.5$ であるから、インペラ形状が軸線方向に対して十分に短くなり、片持ち型でも振れの少ないより安定な回転を実現することが可能になる。

【0008】

加えて本発明に係るファンインペラは、携帯可能な電子機器または小型の装置を冷却するための遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであって、モータ部からの駆動力が入力される回転力伝達部と、前記回転力伝達部に対応して固定された回転軸方向と垂直な壁面を構成する下端壁構成部と、前記下端壁構成部の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼とを備えている。ファンインペラが回転すると、前記インペラ翼の上端側の開口部から、軸方向の気流が前記壁面に向かって流れようになっている。該インペラ翼の外周部半径を r 、回転軸方向の長さを h 、インペラ翼枚数を Z 、翼の厚さを d とすると、パラメータ β に対して

$$2\pi r \epsilon h = \beta \pi r^2$$

$$3 \leq \beta \leq 3.0$$

$$\text{ここで } \epsilon = (2\pi r - Zd) / 2\pi r$$

であり且つ $r < 10\text{ mm}$ であることを特徴としている。 $3 \leq \beta$ であるから、下端壁構成部の壁面では十分な気流流速の低下が生じている。従って下端壁構成部の壁面での風損は、一層低減可能であり、インペラ翼外周半径 r が小さくてインペラ翼の円筒面断面積の総和が無視できな場合であっても、効率の良い遠心ファンが実現できる。また、 $\beta \leq 3.0$ であるから、インペラ形状が軸線方向に十分に短くなり、特に片持ち型であっても振れの少ない安定な回転を実現することができる。

【0009】

また本発明では、上記片持ち型インペラの半径 r が 10 mm 以下であることが望ましい。更により好ましくは前記インペラの半径 r が 5 mm 以下であることが望ましい。このファンインペラは、携帯可能な電子機器に内蔵する必要があるからである。

また本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータを構成している。

また本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータにおいて、モータおよびインペラの全体の軸方向長さを k とすると、 $k < 100 \text{ mm}$ であることを特徴としている。加えて好ましくは、 $k < 50 \text{ mm}$ であることが望ましい。このファンインペラは、携帯可能な電子機器等に内蔵する必要があるからである。

【0010】

そして本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された一対の軸受部または滑り軸受若しくは流体動圧軸受を有し、該軸受部の軸線方向両端部間の長さを m とすると、 $m < 2h$ であることを特徴としている。 h が $m/2$ より大きくなっているため、気流が下端壁構成部の壁面にぶつかる際に生じるロス（風損）を抑えることができる。その結果、効率の高いファンモータを実現できる。また本発明では、より望ましくは、 h が m より大きくなっている。この場合はインペラ長が一層長くなっているため、気流が下端壁構成部の壁面にぶつかる際に生じる風損を一層抑えることができる。

【0011】

更に本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された一対の軸受部または滑り軸受若しくは流体動圧軸受を有し、該軸受部の軸線方向両端部間の長さを m とすると、 $m > h/2.5$ であることを特徴としている。 m が $h/2.5$ より大きくなっているため、

いわゆる軸受スパンが大きくなり片持ち型インペラの回転をモータ側で確実に保持することが可能となる。その結果ファンインペラの回転安定性が向上し、片持ち型インペラ先端部の振動によるロスを最小限に抑えることができる。その結果、効率の高いファンモータを実現できる。加えて本発明では、より望ましくは、 m が $h/2$ より大きくなっている。これにより軸受スパンは一層大きくなり、片持ち型インペラの回転を一層安定に保持できることになる。

【0012】

また本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する軸方向に配置された一対の軸受部を有し、前記固定部にはステータを含み、前記一対の軸受部は該ステータを回転軸線方向において挟み込む位置に配置されていることを特徴としている。一対の軸受部がステータの軸線方向両側に配置されているため、結果的に軸受スパンをモータの回転軸方向の最大幅に近い幅まで拡大することが可能となる。その結果モータの負荷である片持ち型インペラの回転振れを安定に保持することが可能となり、振動によるロスが少なく効率の良いファンモータを実現することができる。

【0013】

また本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する滑り軸受部または流体動圧軸受部を有し、前記固定部にはステータを含み、前記滑り軸受部または流体動圧軸受部は軸線方向両端部が、該ステータの軸線方向両端部より回転軸方向外側に配置されていることを特徴としている。前記滑り軸受部または流体動圧軸受部は軸線方向両端部が、該ステータの軸線方向両端部より回転軸方向外側に配置されているため、結果的に軸受スパンをモータの回転軸方向の最大幅に近い幅まで拡大することが可能となる。その結果モータの負荷である片持ち型インペラの回転振れを安定に保持することが可能となり、振動によるロスが少なく効率の良いファンモータを実現することができる。

【0014】

加えて本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって

、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する軸受部を有し、前記インペラの回転軸方向の前記端面のモータ側壁面および／またはこれに繋がる部位は前記軸受部に直接または軸受ホルダーを介して固定されることを特徴としている。このため、ファンモータが軸線方向に小型化されている。

そして本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する軸受部を有し、前記インペラの回転軸方向の前記端面のモータ側壁面および／またはこれを延長する壁面が、モータのインペラ側壁面を同時に構成することを特徴としている。インペラ部とモータ部の境界にある壁が共通であるため、部品点数が少なくなるとともに、ファンモータが軸線方向に小型化される。その結果、部材費および製造費の小さい小型のファンモータを実現できる。

【0015】

更に本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された一対の軸受部を有し、前記固定部はシャフトを含み、該シャフトには前記一対の軸受部のそれぞれの内輪が固定され、前記回転部はロータホルダを含み、該ロータホルダには前記一対の軸受部のそれぞれの外輪が固定されることを特徴とする。軸受の外輪がロータホルダに固定され内輪がシャフトに固定されているため、回転部の支持が安定する。

また本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、前記回転部はロータホルダを含み、前記インペラのモータ方向への延長部分が前記ロータホルダの円筒状外周面に固定されることを特徴とする。このようにファンインペラの駆動力伝達部が、ロータホルダに対してその密着面積を大きくしているため、ロータホルダ内周面に固定配置されたロータマグネットから生じるモータ回転駆動力がインペラ部に直接伝わり、その結果、ファンインペラの回転時の安定性がより向上し、

振動によるロスが低減する。

【0016】

加えて本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、前記回転部はロータホルダを含み、前記インペラのモータ部方向への延長部分が前記ロータホルダの円筒状外周面を被覆する態様で固定されることを特徴としている。このようにファンインペラの駆動力伝達部が、ロータホルダに対してその密着面積を一層大きくしているため、ロータホルダ内周面に固定配置されたロータマグネットから生じるモータ回転駆動力がインペラ部に直接伝わり、その結果、ファンインペラの回転時の安定性がより一層向上し、その結果、振動によるロスが低減する。

【0017】

そして本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、前記回転部は磁性体のロータホルダを含み、前記ロータホルダ内周面にはロータマグネットが密着固定され、前記インペラのモータ方向への延長部分が前記ロータホルダの円筒状外周面を被覆する態様で固定されることを特徴としている。このようにファンインペラの駆動力伝達部がロータホルダに対してその密着面積を一層大きくしていることに加えて、磁性体のロータホルダにより補強されていることにより、ロータホルダ内周面に固定配置されたロータマグネットから生じるモータ回転駆動力がインペラ部により直接的伝わり、その結果、ファンインペラの回転時の安定性がより一層向上し、振動によるロスが一層低減される。

【0018】

また本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、前記固定部はブラケットとステータを含み、前記回転部は、シャフトと、該シャフトの一端が固定されたシャフト保持部と、該シャフト保持部の外径端部に一体的にまたは接着ある

いは圧接ないしは溶接により固定されたロータホルダと、該ロータホルダの内周側に固定保持されたロータマグネットとを有し、該ロータマグネット内周側が前記ステータの外周側に微小間隙を介して径方向に対向する構造を有していることを特徴としている。これにより、いわゆるシャフト回転のモータにより片持ち型インペラを効率良く保持し、より簡便なファンモータ構造を実現している。

【0019】

加えて本発明では、これらの片持ち型インペラを有するファンモータであって、前記モータ部は回転部と固定部とにより構成され、前記回転部と前記固定部とを回転自在に保持する回転軸方向に配置された軸受部を有し、前記固定部はブラケットとステータを含み、前記回転部はシャフトと、該シャフトの一端が固定されたシャフト保持部と、該シャフト保持部の外径端部に一体的にまたは接着あるいは圧接ないしは溶接により固定されたロータホルダと、該ロータホルダの内周側に固定保持されたロータマグネットとを有し、該ロータマグネット内周側が前記ステータの外周側に微小間隙を介して径方向に対向する構造を有し、前記モータ軸保持部は前記インペラの前記下端壁構成部を兼ねる形で一体に構成されていることを特徴としている。これにより、いわゆるシャフト回転のモータのロータ部の一部とインペラの一部を一体化することができ、より一層簡便なファンモータ構造を実現している。

【0020】

また本発明では、これらの片持ち型インペラまたはこれらのファンモータに使用する方持ち型インペラにおいて、前記インペラ翼の回転軸方向の上端側内周角部の一部または全部が円弧形状またはこれに近似する曲線形状で面取りされていることを特徴としている。インペラ翼の回転軸方向の上端側内周角部に円弧状の面取りを施すことにより、インペラへの吸気流がよりスムースに流入すると同時に、不要な乱流を抑制する。その結果、冷却効率の良いファンインペラ、およびこれを用いたファンモータを実現できる。

更に本発明では、これらの片持ち型インペラまたはこれらのファンモータに使用する片持ち型インペラであって、該インペラが液晶ポリマー、カーボン繊維強化液晶ポリマー、ガラス繊維強化液晶ポリマー、カーボン繊維およびガラス繊維

強化液晶ポリマー、軟鉄、ステンレス、アルミニウム、またはセラミックによりその一部または全部が構成されているインペラまたはインペラ付きファンモータであることを特徴とする。この結果、ファンインペラは、十分な剛性と気流発生性能を確保した上で軽量化・小型化を実現できる。

【0021】

また本発明では、片持ち型インペラを有するファンモータであって、前記モータの回転数をnとすると、 $n > 5000 \text{ rpm}$ であること、好ましくは $n > 10000 \text{ rpm}$ であることを特徴としている。本発明の回転軸方向に長いファンインペラを有するファンモータでは、このように高速回転することで初めて、高静圧・高効率の冷却性能を実現することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

図1に本発明の一の実施形態である遠心ファンモータの平面図を、図2に図1のX-O-Y-Z線に関する縦断面図を示す。なお、図2の上下方向が遠心ファンモータの回転軸線方向であり、以下の説明では図2に従って「上側」、「下側」を規定するが、それは説明の便宜のためであってファンモータの実際の取り付け姿勢を限定するものではない。

このファンモータは、インペラ部1、モータ部4およびハウジング6により構成される。インペラ部1とモータ部4は、ハウジング6内で、軸線方向に並んで連結されている。なお、この遠心ファンモータは、図1のOを回転軸としている。

【0023】

インペラ部1の斜視図を図3に示す。この図で明らかなように、インペラ部1は、遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであり、モータ部4からの駆動力が入力される回転力伝達部5と、それに固定された下端壁構成部2と、下端壁構成部2の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼3とを備えている。インペラ翼3は片持ち支持されており、具体的には、下端が下端壁構成部2に固定されているが、上端が何にも支持されていない。つまり、ここでいうインペラ翼3の「下端」、「上端」は、インペラ翼

3の「固定端」、「自由端」と同義である。インペラ翼3の複数の翼の上端間に、円形の空間である開口部9が確保されている。インペラ部1が回転すると、インペラ翼3の上端側の開口部9から、軸方向の気流が下端壁構成部2の上端面に向かって流れようになっている。下端壁構成部2は、この実施形態では回転軸方向に平面が向いた円板状の部材である。下端壁構成部2の上面は、インペラ翼3の下端側の壁面を構成し、軸方向の気流を阻止する機能を有している。図2に示す如く、インペラ翼3の上端外周部には、これらを束ねて補強する円環状連結部10が設けられている。ハウジング6は、インペラ部1およびモータ部4の外周および下端を囲んでおり、上方の吸気口6aと側方の排気口6bとを有している。また、ハウジング6の下端面にはモータ部4の固定部が固定又は一体に形成されている。

【0024】

そして回転力伝達部5がモータ部4のロータと接続され、モータ回転に対応して軸線方向に延びるインペラ翼3の複数の翼が気流Bを発生することにより、送風機能を実現する。この気流Bは、ハウジング6の吸気口6aおよびインペラ開口部9からの吸気流Aを誘導し、結果的にA、B、Cの気流を発生させ、気流Cがハウジング6の排気口6bから被冷却体（図示せず）に導かれる。

本発明に係る遠心ファンモータでは、図8に示した従来の遠心ファンモータに比較して、インペラ部1のインペラ翼3の外形部半径rが、インペラ部1の長さ（排気流を発生可能なインペラ翼3の軸線方向長さ、より具体的には下端壁構成部2の上面と円環状連結部10の下面との間の部分の軸線方向長さ）hより長い形状を有している。加えて本発明に係るファンモータは、携帯可能な電子機器または小型の装置を高い静圧により高効率に冷却することを可能にしており、 $r < 10\text{ mm}$ であることを特徴としている。

【0025】

インペラ部1の軸線方向長さhを、インペラ翼3の外形半径rに比較して長くすると、インペラ翼3による回転外周方向の気流Bにより生じた吸気流Aは、インペラ部1の下端壁構成部2に到達するまでに気流Bにスムーズに乗りわり、

下端壁構成部2の上面での風速を低減することが可能となる。

インペラ部1の軸線上における気流の流速分布を考えると、 h が長くなると、流速最大点がインペラ内部の軸線上に移動し、下端壁構成部2の上面における気流の流速が従来の遠心ファンに比べて低下し、その結果、下端壁構成部2の上面での風損が低下することが予想できる。この場合注目すべき点は、インペラ部1の軸線上における気流の流速分布において、流速最大点が軸線上のどの位置に来るかである。

【0026】

電子機器を冷却するために使用する従来の遠心ファンでは、この流速最大点は現れることなく、下端壁構成部2の上端面で気流流速が最大になっていたと考えられる。これに対して、インペラ部1のインペラ翼3の外形部半径 r とインペラ部の長さ h との関係を、

$$r \leq h \quad (\text{式 } 1)$$

とした場合で且つファン回転数を5000 rpm以上にした場合には、この流速最大点がインペラ内部の軸線上に現れ、下端壁構成部2の上面で気流流速は最大にならないと考えられる。その結果、従来の遠心ファンに比べて、下端壁構成部2の上面での風損が低下し、従来に比較して静圧の高い高冷却効率のファンが実現できた。特に $r < 10\text{ mm}$ の場合に、高冷却効率のファンを実現できた。

【0027】

この風速最大点がインペラ軸線上に現れるか否か、また現れる場合には軸線上のどこに現れるかに関する一つの要素として、インペラ部の形状がある。本発明では、インペラ部1への気流流入面積（インペラ部の上端部における軸と直角な断面の断面積： πr^2 ）とインペラ翼3が押し出す気流流出面積（インペラ部のインペラ翼3が気流を押し出すのに寄与する有効側面： $2\pi r h$ ）との関係が、パラメータ α に対して、

$$2\pi r h = \alpha \pi r^2 \quad (\text{式 } 2)$$

$$4 \leq \alpha \leq 40 \quad (\text{式 } 3)$$

であるとき、下端壁構成部2の上面で気流流速は最大にならず、且つインペラでの空気の流れが効率良く行われることが明らかになった。これにより従来の遠心

ファンに比べて風損が小さく、高効率なファンモータを実現できた。

【0028】

なお $\alpha > 4.0$ でも、下端壁構成部2の上面で気流流速は最大にならならないと考えられるが、 α が大きくなるとインペラ形状が軸線方向に長くなり、片持ち型で安定な回転を実現するのは困難になる。その結果インペラの振動等による損失が増大し、結果的にファンの冷却効率を低下させる。

またより実用的には、

$$5 \leq \alpha \leq 3.5 \quad (\text{式 } 4)$$

であることが望ましい。

$5 \leq \alpha$ では、流速最大点がインペラ内部の軸線上で、かつ下端壁構成部2から比較的離れた位置に現れ、これに対応して下端壁構成部2の上面では十分な気流流速の低下が生じていると考えられる。従って下端壁構成部2の上面での風損は、一層低減可能であり、より効率の良い遠心ファンが実現できた。

【0029】

他方 $\alpha \leq 3.5$ であるから、インペラ形状が軸線方向に対して短くなり、片持ち型でより安定な回転を実現することが可能になる。これにより一層インペラ振動が低減され、より冷却効率の良いファンモータを実現できた。

以上述べたインペラ部1の気流流入面積とインペラ翼3が押し出す気流流出面積との比較は、インペラ外周側面積： $2\pi r h$ が、インペラ翼3の軸線を中心とする円筒面断面積： $d h$ (ここで d は翼の厚さ) の総和： $d h Z$ (ここで Z はインペラ翼枚数) に対して十分大きい場合に適用される。しかしインペラ翼外周半径 r が小さくなり、インペラ翼3の円筒面断面積の総和が無視できなくなった場合、次式の空隙率 ϵ を考慮する必要が生じる。

【0030】

$$\epsilon = (2\pi r - Z d) / 2\pi r \quad (\text{式 } 5)$$

即ちこの場合本発明では、インペラ翼3が押し出す気流流出実効面積は $2\pi r \epsilon h$ となり、パラメータ β に対して、

$$2\pi r \epsilon h = \beta \pi r^2 \quad (\text{式 } 6)$$

$$3 \leq \beta \leq 3.0 \quad (\text{式 } 7)$$

であるとき、下端壁構成部2の上端面で気流流速は最大にならない状態となり、より静圧の高い高冷却効率になることが明らかになった。これにより従来の遠心ファンに比べて風損が小さく、高効率なファンモータを実現できた。

【0031】

ここで $3 \leq \beta$ としたのは、 β がこの値以下では、下端壁構成部2の上面で気流流速は最大となることから、従来の遠心ファンと同様の風損を下端壁構成部2の上面で生じるため、ファンの冷却効率は低下する。他方 $\beta \leq 30$ としたのは、 β がこの値以上では、下端壁構成部2の上面で気流流速は最大にならないが、 β が大きくなるとインペラ形状が軸線方向に長くなり、片持ち型で安定な回転を実現するのは困難になるため、実用上 β は30またはそれ以下が最適であることによる。

<他の実施形態>

次に図4に基づき、より効果的な本発明の実施形態について説明する。図4では、インペラ部1とモータ部4とが一体的に構成されたファンモータについて、その回転軸線を通る平面で切断した断面図を示している。原則として図2と同様の構成を有しており、同一の機能を有する部位には、図4においても同一の番号を付して説明する。なお、図4の上下方向が遠心ファンモータの回転軸線方向であり、以下の説明では図4の右側を「上側」といい、図4の左側を「下側」というが、それは説明の便宜のためであってファンモータの実際の取り付け姿勢を限定するものではない。

【0032】

このファンモータは、インペラ部1とモータ部4とから構成されている。インペラ部1とモータ部4は軸線方向に並んで互いに連結されている。

インペラ部1は、遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであり、モータ部4からの駆動力が入力される駆動力伝達部11と、それに固定された下端壁構成部2（回転部側）、12（固定部側）と、下端壁構成部2の壁面上に円周方向に並んで配置され回転軸線方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼3とを備えている。インペラ翼3は片持ち支持されており、具体的には、下端が下端壁構成部2に固定されているが、上端が何にも支持されていない。インペラ部1が回

転すると、インペラ翼3の上端側の開口部9から、軸方向の気流が下端壁構成部2、12の上面に向かって流れようになっている。なお、下端壁構成部2は環状の部分であり回転部側に属しており、下端壁構成部12はその内周に設けられた円板の部分であり固定部側に属しており、両者で全体として円板状となっている。インペラ部1は、インペラ翼3を上端部で連結する円環状連結部10をさらに有している。駆動力伝達部11は、この実施形態では、下端壁構成部2からモータ部4側に延びる延長部であり、さらに具体的にはモータ部4の外側面を軸線方向全体にわたって覆う延長円筒部を構成している。このようにインペラ部1の駆動力伝達部11がロータホルダ25（一对の軸受23、24によって支持された部分）に対して密着する面積が大きくなっているため、インペラ部1の回転時の安定性がより向上し、その結果、振動によるロスが低減する。つまり、ファンモータの効率がさらに高くなる。なお、インペラ翼3、下端壁構成部2、12及び駆動力伝達部11は一体に形成されており、単体構造のインペラ部1を構成している。

【0033】

モータ部4は、ロータ部が外周側にある、いわゆるアウターロータ構造を有している。モータ部4のロータ部は、ロータホルダ25およびロータマグネット26により構成されている。ロータマグネット26はロータホルダ25の内周面に密着固定されている。ロータホルダ25は、磁性体からなりヨークとして磁気回路の一部を構成しており、さらには駆動力伝達部11との連結部分における補強材としても機能している。ロータホルダ25は、ロータマグネット26より回転軸線方向に長く、軸線方向両端がロータマグネット26の軸線方向両端より軸線方向に延びている。一方モータ部4の固定部は、シャフト20、ブラケット21およびステータ22により構成されている。シャフト20は下端がブラケット21に固定され、全体がロータホルダ25およびロータマグネット26の内周側を延びている。ステータ22は、シャフト20に固定され、ロータマグネット26と半径方向に間隙を介して対向し、ともに磁気回路部を形成している。ステータ22のコイルには、モータ部4の外部から電流供給線27が接続されている。モータ部4のロータ部を固定部に対して回転自在に支持する軸受構造として、軸線

方向に並んだ一対の軸受（ボールベアリング）23，24が設けられている。軸受23は、ロータ部の下端を支持する部材であり、外輪31がロータホルダ25の下端内周面に固定されており、内輪32がブラケット21の中央突出部に固定されている。また、外輪31の上面はロータマグネット26の下面に当接している。軸受24はロータ部の上端を支持する部材であり、外輪31がロータホルダ25の上端内周面に固定されており、内輪32がシャフト20の上端部に固定されている。また、外輪31の下面是ロータマグネット26の上端面に当接している。このように一対の軸受23，24がステータ22を上下から挟むように配置されているため、軸受間のスパンを確保することができ、片持ちインペラを含む回転部の安定な支持が可能になっている。具体的には、両軸受23，24の間隔をモータの軸線方向長さ；mと同じかまたはこれに近い長さにすることが可能となり、軸受スパンを最大限に確保し、インペラ部1を含む回転部分の回転振れを最小限に抑えている。さらに、軸受23，24の外輪31がロータホルダ25に固定され、内輪32がシャフト部分（具体的にはブラケット21の突出部およびシャフト20）に固定されているため、回転部の支持が安定する。

【0034】

次にモータ部4とインペラ部1との連結構造について説明する。インペラ部1の駆動力伝達部11は、モータ部4のロータホルダ25の外周面全体を覆って固定されている。ロータホルダ25の上端面および軸受24の外輪31の上面は、下端壁構成部2の下面に当接している。このように、インペラ部1の下端壁構成部2のモータ部側壁面および／またはこれに繋がる部位が軸受24に直接固定されているため、ファンモータが軸線方向に短くなっている。なお、インペラ部1の下端壁構成部2のモータ部側壁面および／またはこれに繋がる部位が軸受24に軸受ホルダーを介して固定されていてもよい。

【0035】

また、以上に述べたように、インペラ部1の下端壁構成部2，12は、インペラ部1において軸方向の気流を阻止する機能のみならず、モータ部4の壁面としての機能をも有している。言い換えるとモータ部4とインペラ部1とは下端壁構成部2，12を共通部分として一体的に形成されている。このため、部品点数が

少なくなるとともに、ファンモータが軸線方向に小型化される。さらにはファンモータが軽量化される。

本発明では、携帯可能な薄型の電子機器を効果的に冷却することを目的としており、回転軸線方向に長いインペラを有し、且つ5000 r p m以上の回転数でも安定に回転可能にするために片持ち構造のインペラ部1を採用した。本発明におけるインペラ部1は、例えば $r = 5 \text{ mm}$ 、 $h = 10 \text{ mm}$ のサイズでは、インペラ翼3の翼は厚さ0.2 mmの樹脂成形品を用いており、インペラ両端を軸受で保持する構造では、強度を十分確保できない。加えて気流入口である開口部9の面積を十分に確保できなくなり、十分な静圧と冷却効率を実現できない。また本発明の特徴である高静圧・高効率の冷却性能を実現するためには、最大流速点を出現させるために5000 r p m以上の回転数が最低限必要である。 $r > h$ であるため、十分な排気流B（図2参照）を生じさせる必要があるためである。吸気流Aが下端壁構成部2および12の上面にぶつかることによるロスを最小限に抑えるために、効果的に排気流Bに乗り変わるためには、より望ましくは10000 r p m以上のモータ回転数が必要となる。これにより従来にない高静圧・高効率で小型のファンモータを実現することができた。より実用的には、例えば $r = 5 \text{ mm}$ 、 $h = 10 \text{ mm}$ のサイズのインペラを有する本件発明実施のファンモータでは、30000 r p mで回転させることで、従来にない高効率のファンモータを実現することができた。本願における回転数nの範囲は、5000 r p mを超えること、さらには10000 r p mを超えることが望ましい。

【0036】

本発明に係るファンモータは、携帯可能な電子機器や小型装置の冷却用に開発されたものであり、より高い冷却効率を得るために、ファン形状が小さい分、より高速の回転数で使用することが望ましい。通常20000 r p m～30000 r p mの範囲で使用することが推奨されるが、これはモータ性能、消費電力対冷却性能のバランス、一定以下の振動損失や雑音量を実現すること等の要求条件を満たす必要があるからである。これらの条件を十分クリアーする高性能モータを実現できれば、30000 r p m以上、更には40000 r p mを越える回転数で稼動させることにより、一層の高静圧・高冷却効率のファンモータを実現す

ることができる。

【0037】

他方この場合のインペラ翼の半径 r は、実用上 10 mm 以下であること望ましい。携帯可能な電子機器の厚さが、通常 20 mm 前後であり、これに内蔵する必要があるからである。また携帯電話等を考慮した場合、その半径は 5 mm 以下であることが好ましい。勿論本発明のファンモータの特性は、これより半径の大きい半径 15 mm や 20 mm のインペラ翼においても実現することが可能であるが、下端壁構成部 2 および 12 への吸気流 A の衝突によるロスを抑えるためには、5000 rpm 以上、望ましくは 10000 rpm 以上の高速回転が必要となり、ファンの半径が大きくなると、モータに負担がかかることとなる。高性能モータを使用することにより実現可能であるが、実用的にはよりモータ負荷の少ない $r < 10 \text{ mm}$ のインペラ翼を採用することが望ましい。また、 $r < 5 \text{ mm}$ であることがさらに好ましい。モータ部 4 およびインペラ部 1 の全体の軸方向長さ（軸受 23 の下端からインペラ翼 3 の上端までの軸線方向距離）を k とすると、 $k < 100 \text{ mm}$ であることが望ましい。さらに、 $k < 50 \text{ mm}$ であることが望ましい。このファンインペラを、携帯可能な電子機器に内蔵する必要があるからである。

【0038】

インペラ部 1 は、液晶ポリマー、カーボン繊維強化液晶ポリマー、ガラス繊維強化液晶ポリマー、カーボン繊維およびガラス繊維強化液晶ポリマー、軟鉄、ステンレス、アルミニウム、またはセラミックによりその一部または全部が構成されていることが好ましい。この結果、インペラ部 1 は、十分な剛性を確保した上で軽量化・小型化を実現できる。

以上述べた如く、本発明は望ましくはその半径 r が 10 mm 以下の片持ち型インペラを 5000 rpm 以上の回転数で高速に回転させることにより、高静圧と高効率のファンモータを実現している。詳細なシミュレーションおよび実機テストの結果、その前提として、次の 2 つの条件を考慮する必要があることが明らかになった。図 5 にその結果をグラフにて示す。なおこのグラフは、傾向を示すことを主眼としたため、縦軸のエネルギー値は、振動成分、風損成分およびこれ

らの積に関して、所定の規格化を行い、見やすくしている。

【0039】

第一の条件は、風損を最小限に抑えるために、 h が十分に大きく、その結果 $m < h$ であることである。なぜなら、風損の原因としては、前述のように吸気流Aが下端壁構成部2および12の上面にぶつかることによるロス、さらには乱流の渦の大型化によるロスやその他のロスがあると考えられるが、 $m < h$ である場合にはそれら原因を解消できると考えられるからである。

また第二の条件は、インペラの回転振れやその他の振動を最小限に抑えるために、 h が必要以上に大きくなく、その結果 $h/2 < m$ であることである。なぜなら、片持ち型インペラの回転振れ等は、モータ軸受のスパン； m が片持ち部分の長さ； h に対して十分に長くないと、生じやすいからである。

【0040】

図5において、 m に対する h の比（ h/m ）を変化させて、振動ロスにより失われるエネルギーと、風損により失われるエネルギーとを計測した結果を示す。なお、実験に用いたインペラ部は $r = 5\text{ mm}$ 、 $h = 10\text{ mm}$ であり、回転数 n は 30000 rpm である。

h/m が小さくなっていくと、風損により失われるエネルギーが大きくなっていく。これより、 $h/m > 0.5$ さらには $h/m > 1.0$ の範囲で（つまり、前記第1の条件が満たされると）、風損により失われるエネルギーを十分に小さくできていることが分かる。逆に h/m が大きくなっていくと、振動ロスにより失われるエネルギーが大きくなっていく。これより、 $h/m < 2.5$ さらには $h/m < 2.0$ の範囲で（つまり、前記第2の条件が満たされると）、振動ロスにより失われるエネルギーを十分に小さくできていることが分かる。なお、以上に述べた第1の条件と第2の条件はいずれか一方を満たすだけでも、部材の形状や他のパラメータを変更するなどして、全体として十分に少ないエネルギーロスの状態を得ることができる。

【0041】

さらに、振動ロスにより失われるエネルギーと、風損により失われるエネルギーを総合的に評価するために、両者の積を算出すると、 h/m が $0.5 \sim 2.5$

の範囲において失われるエネルギーが十分に小さく、1.0～2.0の範囲において失われるエネルギーが最も小さくなっていることが分かった。言い換えると、 $h/2.5 < m < 2h$ の範囲でファンインペラの効率が十分に高くなつており、 $h/2.0 < m < h$ の範囲で（つまり、第1の条件と第2の条件がともに満たされると）ファンインペラの効率が最も高い。なお、以上の説明はシャフト固定タイプのアウターロータ型モータとして説明したが、シャフト回転型のインナーロータ型モータ（図示せず）でも同様の構成が可能であることは明らかである。この場合は、前記インペラ部の延長円筒部である駆動力伝達部11はシャフトとの連結部に置き換わり、また下端壁構成部2は軸受の外輪31ではなく内輪32に固定されることとなる（何れも図示せず）。

【0042】

次に図6に基づき、本発明の他の実施形態について説明する。図6では、図4と同様に、インペラ部とモータ部とが一体的に構成されたファンモータについて、その回転軸線を通る平面で切断した断面図を示している。なお、この実施形態のファンモータが前記実施形態のファンモータと異なる点は、モータ部の軸受部がボールベアリングの代わりに滑り軸受または流体動圧軸受を用いていていることである。

このファンモータは、インペラ部51とモータ部54とから構成されている。インペラ部51とモータ部54は軸線方向に並んで互いに連結されている。

【0043】

インペラ部51は、遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラであり、モータ部54からの駆動力が入力される駆動力伝達部61と、その軸方向上部内周に固定された下端壁構成部52、62と、下端壁構成部52の上端面に円周方向に並んで配置され回転軸方向に延びる複数の翼からなるインペラ翼53とを備えている。インペラ翼53は片持ち支持されており、下端が下端壁構成部52に支持されているが、上端が何にも支持されていない。インペラ部51が回転すると、インペラ翼53の上端側の開口部59から、軸方向の気流が下端壁構成部52、62の壁面に向かって流れようになっている。なお、下端壁構成部52は外周縁からインペラ翼3および駆動力伝達部11が延びる環状の部分であり、下端

壁構成部62はその内周に設けられ軸方向上側に突出している円板の部分であり、シャフト78を固定保持する。インペラ部51は、インペラ翼3を上端部で連結する円環状連結部60をさらに有している。駆動力伝達部61は、この実施形態では、下端壁構成部52からモータ部54の外周側に延びる延長部であり、さらに具体的にはモータ部4の外側面を軸線方向全体にわたって覆う延長円筒部である。このように駆動力伝達部61がモータ部54の回転部に対して密着する面積が大きくなっているため、インペラ部51の回転時の安定性がより向上し、その結果、振動によるロスが低減する。つまり、ファンモータの効率がさらに高くなる。なお、インペラ翼53、下端壁構成部52、62及び駆動力伝達部61は一体に形成されており、単体構造のインペラ部1を構成している。

【0044】

モータ部54は、ロータ部が外周側にある、いわゆるアウターロータ構造を有している。モータ部54のロータ部は、ロータホルダ75、ロータマグネット76およびシャフト78により構成されている。ロータマグネット76はロータホルダ75の内周面に固定されている。ロータホルダ75は、磁性体からなりヨークとして磁気回路の一部を構成している。ロータホルダ75は、ロータマグネット76と回転軸線方向長さがほぼ同じであり、軸線方向両端がほぼ一致している。シャフト78は、一端がインペラ部51の下端壁構成部62の中心に固定され、ロータホルダ75およびロータマグネット76の内周側を延びている。一方モータ部54の固定部は、軸受用スリープ74、ブラケット71およびステータ72により構成されている。軸受用スリープ74は下端がブラケット71に固定され、全体がロータホルダ75およびロータマグネット76の内周側を延びている。軸受用スリープ74の内側には、シャフト78が配置されている。シャフト78の外周面と軸受用スリープ74の内周面との間には半径方向の微少間隙が構成されている。この微少間隙内にオイルまたは気体が充填され、滑り軸受73を構成している。なお、動圧を発生する溝がいずれかまたは両方の面に形成されることで、流体動圧軸受が構成されていてもよい。なお、シャフト78の下端面は、ブラケット71の中心面に点接触状態で支持されていてもよい。またシャフト78の一端を強固に回転部に接続固定するために、下端壁構成部62は金属等の強

固な材質により形成されても良く、下端壁構成部52の外径端部がロータホルダ75の上端部と接続固定される構造を持つても良い。

【0045】

ステータ72は、軸受用スリーブ74の外周面に固定され、ロータマグネット76と半径方向に間隙を介して対向し、ともに磁気回路部を形成している。なお、ステータ72の軸方向における磁気中心位置がロータマグネット76の軸方向における磁気中心位置より軸方向下側に位置しているため、ロータマグネット76は常に軸方向下側に磁気的に付勢されている。このようにロータマグネット76を軸線方向に磁気バイアスすることによって、ブラケット71の中央面とシャフト78の先端面との間で発生するスラスト荷重支持力とバランスさせている。そのため、モータ部54の回転部およびインペラ部51がモータ部54の固定部から軸方向に浮き上がることが防止されている。このような磁気バイアスは、前述のようにステータとロータマグネットとの磁気的中心を軸線方向にずらすことの他に、ブラケットにおいてロータマグネットと軸線方向に対向する位置に磁性部材を配置することあるいはブラケットと回転部の軸線方向に対向する部分に同極又は異極に着磁されたマグネットをそれぞれ配置すること、さらにはブラケットと回転部の軸線方向に対向する部分に専用のマグネットと磁性部材とを配置することによって実現できる。

【0046】

モータ部54とインペラ部51との連結構造について説明する。インペラ部51の駆動力伝達部61は、モータ部54のロータホルダ75の外周面全体を覆つて固定されている。ロータホルダ75の上端面およびロータマグネット76の上端面は、下端壁構成部52の下面に当接している。

このように、インペラ部51の下端壁構成部52、62は、インペラ部51において軸方向の気流を阻止する機能のみならず、モータ部54の壁面としての機能をも有している。言い換えるとモータ部54とインペラ部51とは下端壁構成部52、62を共通部分として一体的に形成されている。このため、部品点数が少なくなるとともに、ファンモータが軸線方向に小型化される。さらにはファンモータが軽量化される。

【0047】

この実施形態では、前記図4の実施形態と同様の作用効果が得られる。それに加え、このファンモータでは、モータ部の軸受として滑り軸受または流体動圧軸受を用いているため、インペラ部のさらなる高速回転化および静粛化(振動・騒音の低減)が実現される。

図7に本発明に係るファンモータの性能を、従来のシロッコファンおよび軸流ファンと比較したPQ特性図を示す。このPQ特性図は、各ファンモータの騒音量がほぼ等しくなるようなそれぞれのモータ回転数において、求めた比較図である。本発明に係るファンモータは、直径10mm、軸方向長さ22mmのインペラを有しており、これに対してシロッコファンは一辺15mmで軸方向長さ10mmのインペラを有している。また軸流ファンは、一辺10mmで軸方向長さ7mmのインペラを有する3つのファンモータを半径方向に隣接して並べた場合を比較対象としている。何れも同じ軸受構造(例えば全てボール軸受)を有しており、また何れもほぼ同様のインペラ占有容積を有している。

【0048】

図7から分かることは、本発明に係るファンは、従来のファンに比較して、著しく高静圧な特性を有する点である。あるPQ特性曲線を有するファンモータは、そのPQ曲線と、そのファンが冷却しようとする被冷却物の空気抵抗や密閉度等に対応したシステムインピーダンス曲線との交点を動作点として稼動することになる。図7には最も典型的なシステムインピーダンス曲線を示しており、この曲線より上のシステムインピーダンス値を有する被冷却物は高密度であると考えられる。本発明に係るファンモータは、小型の電子機器を効率的に冷却することを目的としており、非常に高密度な被冷却物を対象としている。この様な高密度被冷却物ではそのインピーダンス曲線の傾斜がより急勾配になるため、図7から分かるとおり、高静圧なファンの方が高い位置の動作点で稼動することになり、冷却効率が高くなる。この点で本発明のファンモータは、従来にない高静圧ファンを実現しており、高密度な電子機器を効率的に冷却することが可能になる。

【0049】

以上説明した如く、従来は、軸線方向の長さを短くした扁平なインペラを用い

ることにより、軸線方向のスペースを最小化した遠心ファンを用いていた。しかし本発明では、この従来の発想を逆転させ、軸方向に長いペンシルタイプのインペラ形状を有する高効率遠心ファンを開発することにより、例えば携帯電話やモバイルPCと呼ばれる携帯用途のパーソナルコンピュータの電子回路に最適な冷却ファンを実現した。本発明に係るペンシルタイプの遠心ファンの特徴は、小さな円形の吸気口を設けるだけで、内部の電子回路に最大効率で気流を発生でき、分散して設けられた排気口から熱風を排出できることである。これにより従来は、電子回路動作時に発生する熱を十分に外部に排出できないため、小型集積化できなかった電子機器に対して、省スペースで十分な冷却機能を提供することが可能となり、結果的に電子回路の一層の小型化が可能になった。

【0050】

なお、本発明の要旨から逸脱しない範囲であれば、様々な変更が可能であり、本発明は前記実施形態に限定されない。例えば、前記実施形態ではファンモータを構成するインペラ部とモータ部は軸線方向に並んで配置されていたが、図9に示す従来技術のようにモータ部がインペラ部の内周側に配置された（つまり、両者が軸線方向に全面的に重なった又は一部が重なっていてもよい）。

またインペラ翼の回転軸方向の上端側内周角部の一部または全部が円弧形状またはこれに近似する曲線形状で面取りされていてもよい。インペラ翼の回転軸方向の上端側内周角部に円弧状の面取りを施すことにより、インペラへの吸気流がよりスムースに流入すると同時に、不要な乱流を抑制する。その結果、冷却効率の良いファンインペラ、およびこれを用いたファンモータを実現できる。

【0051】

【発明の効果】

本発明に係るファンインペラおよびファンモータでは、従来の遠心ファンに比べて軸方向に長いインペラを高速回転させることにより、下端壁構成部の壁面での風損等が低下し、従来にない高静圧のファンモータを実現できた。その結果密度の高い小型の電子機器や電子装置を従来の数倍の効率で冷却することが可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態である遠心ファンモータの平面図

【図 2】

図 1 の X - O - Y - Z 線にて切断した縦断面図

【図 3】

図 1 の遠心ファンにおけるインペラ部の斜視図

【図 4】

本発明の他の実施形態としてのファンモータの縦断面図。

【図 5】

風損と振動ロスとの関係図。

【図 6】

本発明のさらに他の実施形態としてのファンモータの縦断面図。

【図 7】

本発明ファンモータと他のファンモータとの P Q 比較図

【図 8】

従来の遠心ファンモータの平面図

【図 9】

図 7 の X₁ - O₁ - Y₁ - Z₁ 線にて切断した縦断面図

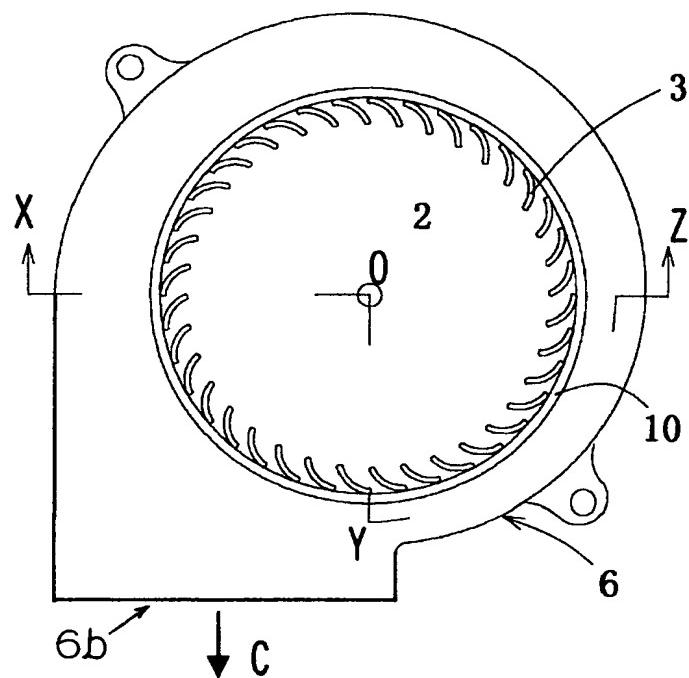
【符号の説明】

- 1 インペラ部（ファンインペラ）
- 2 下端壁構成部
- 3 インペラ翼
- 4 モータ部
- 5 回転力伝達部
- 6 ハウジング
- 9 インペラ開口部

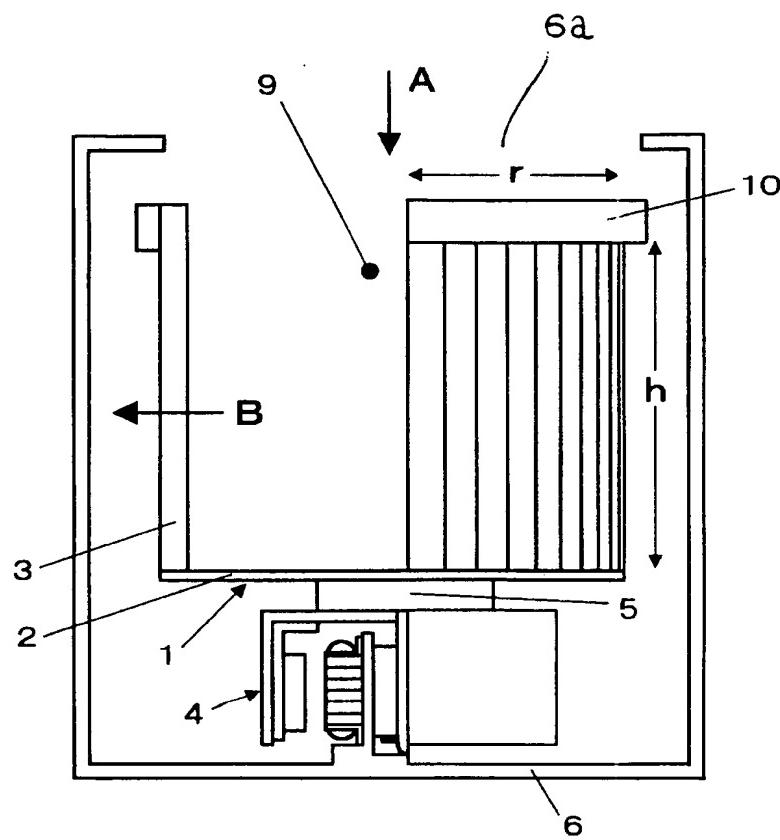
【書類名】

図面

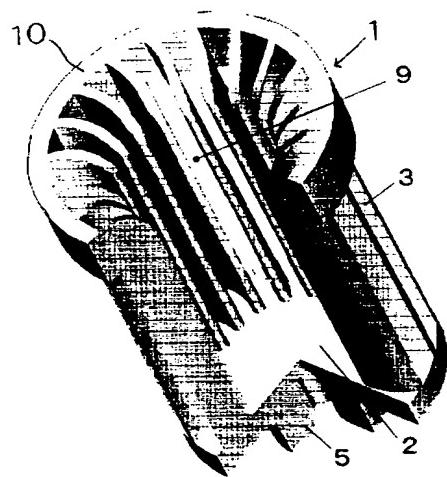
【図1】



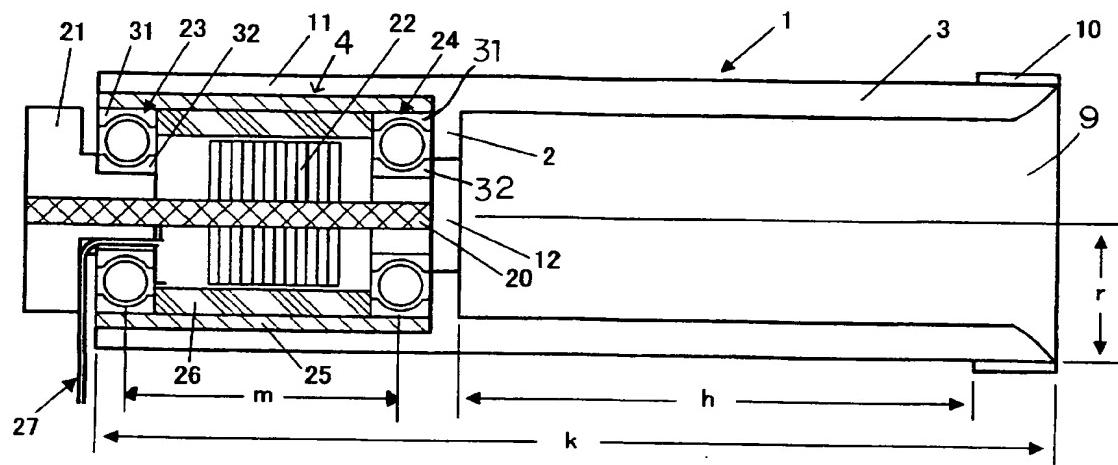
【図2】



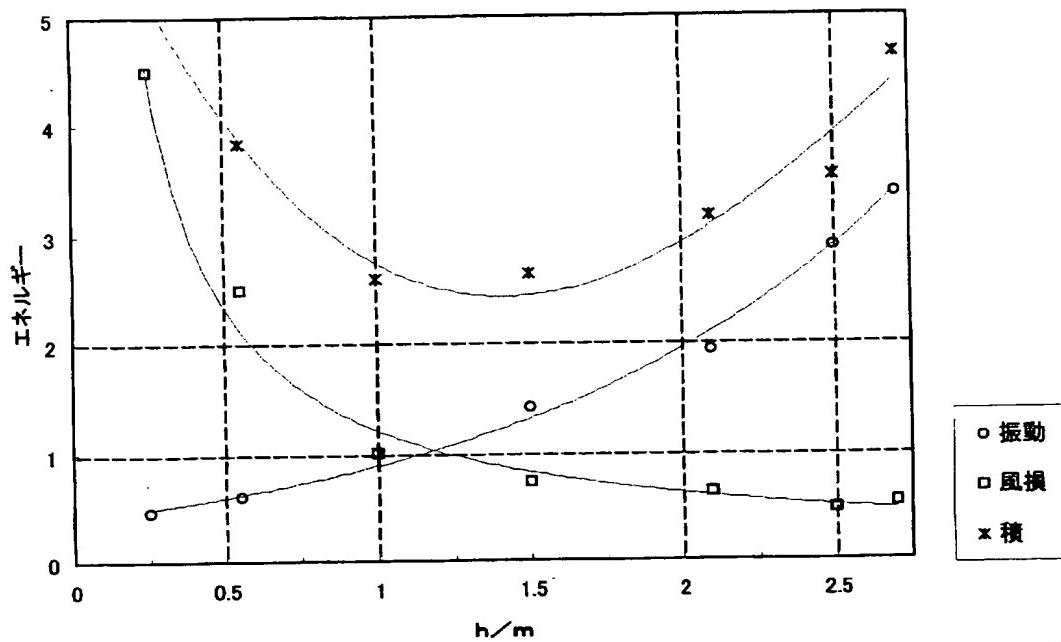
【図3】



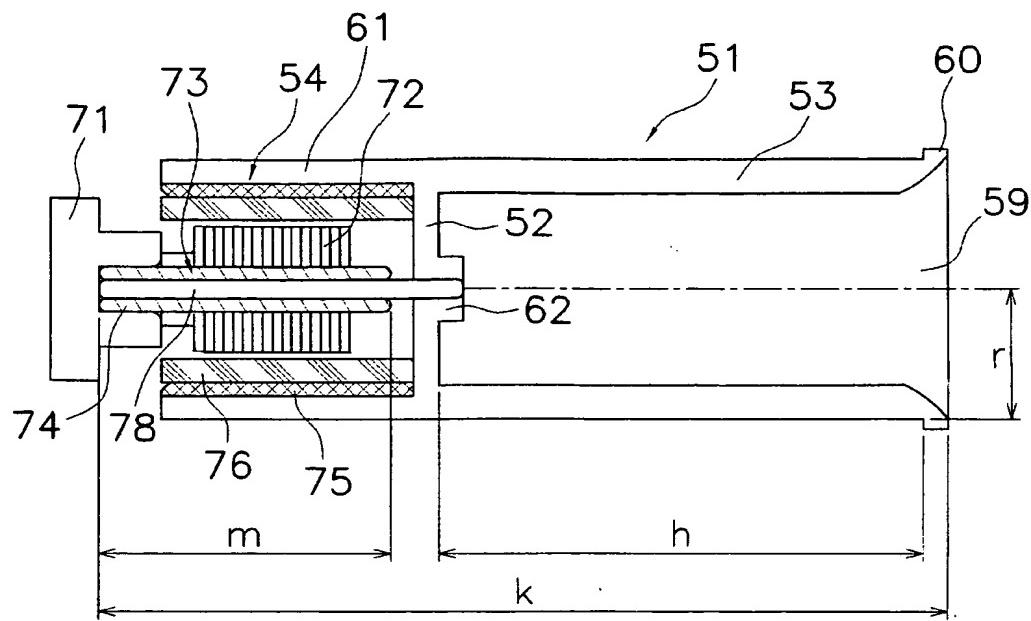
【図4】



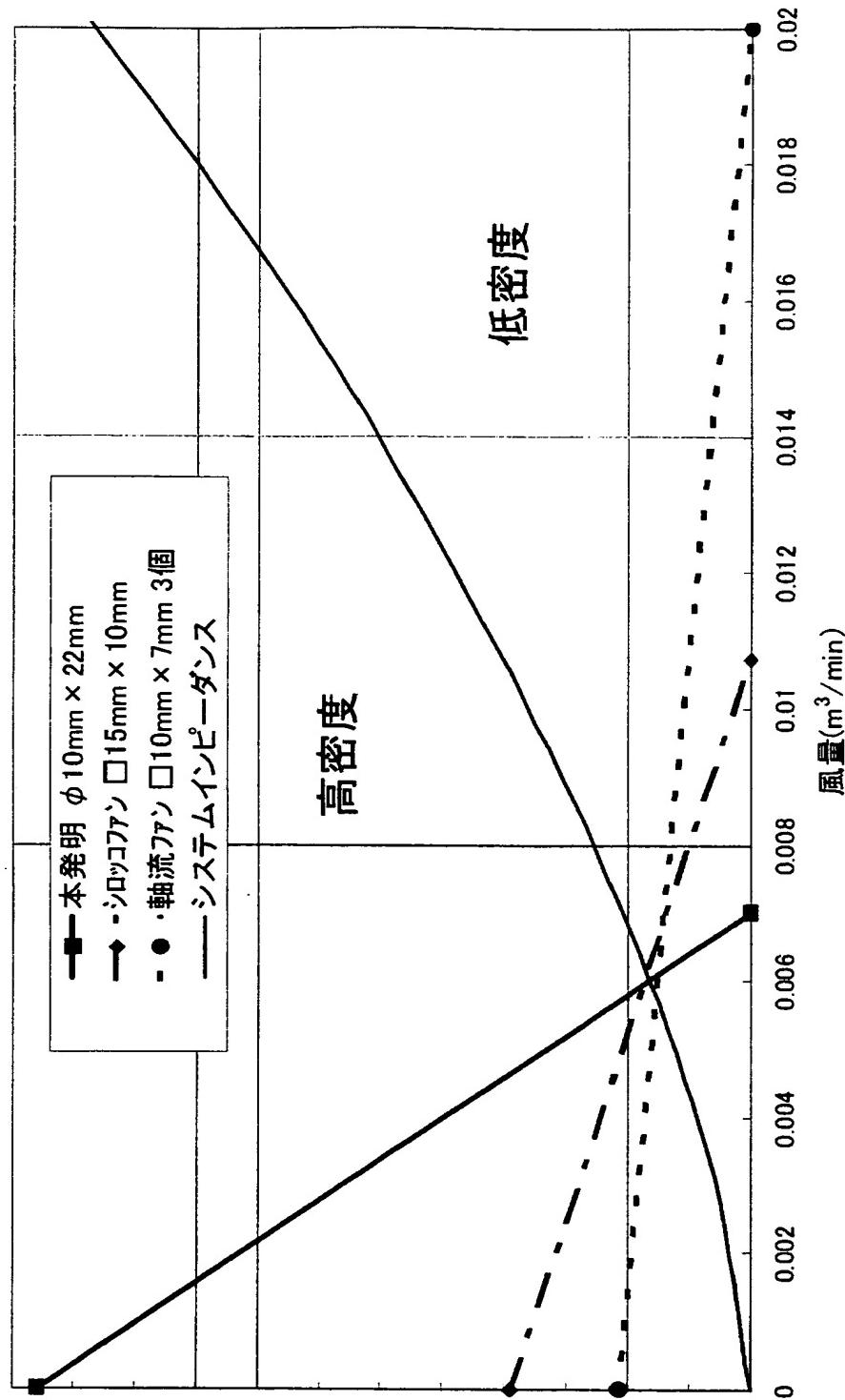
【図5】



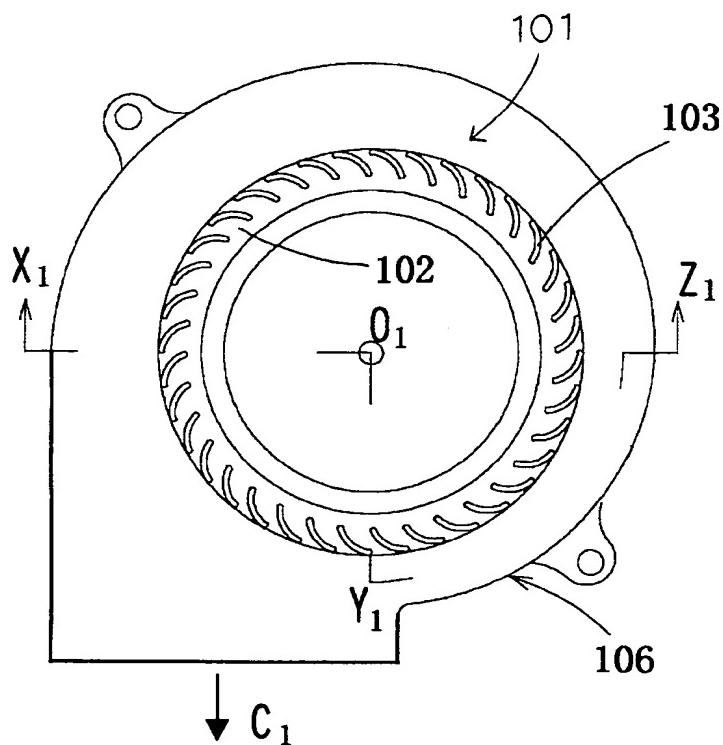
【図6】



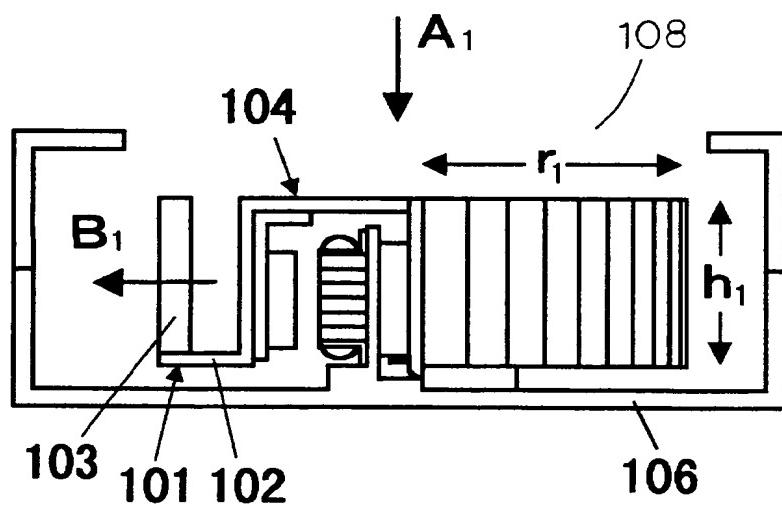
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 携帯可能な電子機器を冷却するための小型高性能遠心ファンを実現する。

【解決手段】 回転軸方向の一方の端部に軸方向の気流を阻止する壁面をが形成された下端壁構成部2，12を有し、回転軸方向の他方の端部に開口部9を有する、遠心ファンモータに使用する片持ち型インペラ1であって、該インペラ翼3の外周部半径rを、インペラ1の回転軸方向の長さhより小さくする。これによりインペラ開口部9から吸引された気流がインペラ翼3の外周方向に押し出される際、インペラ他端部の壁面上における風損を低下させることができ、モータ性能に対応した高効率の冷却性能を実現している。

【選択図】 図2

特願 2003-108918

出願人履歴情報

識別番号 [000232302]

1. 変更年月日 1993年10月15日
[変更理由] 住所変更
住 所 京都市右京区西京極堤外町10番地
氏 名 日本電産株式会社
2. 変更年月日 2003年 5月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 京都府京都市南区久世殿城町338番地
氏 名 日本電産株式会社